



دانشگاه علوم پزشکی
و خدمات بهداشتی درمانی بوشهر

«مدیریت پژوهشی»

گزارش نهایی طرح پژوهشی

« حذف رنگ متیلن بلو از فاضلاب سنتتیک با استفاده از کربن فعال بدست آمده از هسته‌ی خرما »

مجری طرح:
دکتر بهمن رماوندی

همکاران طرح

-

سال ۱۳۹۲

چکیده

کربن فعال بدست آمده از هسته خرما گونه *Phoenix dactylifera* برای حذف رنگ از محلول مورد آزمایش قرار گرفت. آزمایشات منقطع برای ارزیابی تاثیر pH اولیه محلول (۲-۱۲)، دوز جاذب (۵-۲۵ g/L)، غلظت رنگ (۴۰۰-۵۰ mg/L) و زمان تماس (۲۰-۴۳۰ min) بر جذب رنگ متیلن بلو به کربن فعال بدست آمده از هسته خرما انجام شد. نتایج نشان داد که جذب رنگ در pH خنثی مناسب است. اطلاعات آزمایشگاهی با مدل لانگمویر با حداکثر ظرفیت جذب ۴۷۸/۳ mg/g بهتر توصیف شد. مدل سینتیکی درجه دو کاذب فرایند جذب را بخوبی توصیف نمود. محاسبه پارامترهای ترمودینامیک نشان داد که فرایند جذب تحت مطالعات انجام شده گرماگیر سریع و نوع جذب فیزیکی بوده است. بطور کلی کربن فعال بدست آمده از هسته خرما، بعنوان یک جاذب کارآمد و ارزان می تواند در حذف رنگ مورد استفاده قرار گیرد.

کلمات کلیدی: متیلن بلو، هسته خرما، ترمودینامیک، ایزوترم جذب، سینتیک، قابلیت استفاده مجدد.

مقدمه

با رشد سریع صنعت در دنیای امروز، آلودگی های محیطی به انواع رنگها بیشتر مورد توجه قرار گرفته اند. فاضلاب بخش های مختلف صناعی مانند رنگرزی، نساجی، چرم و پوست و پوشش دادن می توانند بواسطه تولیدرنگ در فاضلاب نهایی مشکل آفرین باشند (۱). تخمین زده می شود که سالیانه حدود ۷۰۰۰۰ تن رنگ در خروجی صنایع نساجی و سایر صنایع مرتبط وارد محیط زیست گردد (۱). تخلیه این حجم از فاضلابهای حاوی رنگ از دو دیدگاه سم شناسی و زیباشناختی بسیار حائز اهمیت است.

روشهای مختلفی مانند فرایندهای تصفیه بیولوژیکی، شیمیایی و فیزیکی برای حذف رنگ از فاضلاب ها ارائه شده است. فرایندهای تصفیه بیولوژیکی، روش های موثری در حذف رنگ نمی باشند چرا که اغلب رنگها به تجزیه بیولوژیک مقاوم هستند (۳و۲). همچنین گرچه فرایندهای مختلف شیمیایی پتانسیل تجزیه برخی از گروه های رنگ را دارند ولی این فرایندها گرانقیمت بوده و از لحاظ اقتصادی جذاب نمی باشند. جذب یکی از تکنیکهای امیدبخش برای حذف رنگ از آب و فاضلاب می باشد (۴). مهمترین جاذبی که تاکنون بصورت گسترده ای استفاده شده کربن فعال می باشد (۷-۵). کربن فعال تجاری که امروزه در دسترس است بعلت مواد اولیه غیرقابل تجدیدپذیر بودن آن نسبتاً گرانقیمت محسوب می شود. این عمل سبب استفاده از پیش سازهای تجدیدپذیر و ارزان قیمت گردیده است. بنابراین برای اینکه فرایند جذب یک فرایند عملی و ارزان بماند، جاذبهای بدون هزینه یا با هزینه کم مانند زائدات بیولوژیکی، زائدات کشاورزی و... مورد نیاز است. از جمله زائدات کشاورزی هسته خرما است. میزان تولید سالیانه خرما در جهان در سال ۲۰۰۴ بیش از ۵ میلیون تن

بوده است (۸). از آنجا که آمار تولید سالیانه خرما در ایران نیز بیش از ۹۰۰۰۰۰ تن می باشد (۹) و با توجه به آنکه حدود ۱۰٪ وزن خرما را هسته آن تشکیل می دهد، بنابراین سالیانه مقادیر فراوانی هسته خرما بعنوان مواد زائد دفع می گردد. هسته خرما در بساطی از شیرینی پزی های محلی و محل های بسته بندی خرما بصورت متمرکز وجود دارد. هرگونه تلاش جهت استفاده مجدد از هسته خرما از نظر زیست محیطی و مدیریت مواد زائد قابل تقدیر خواهد بود. کربن فعال بدست آمده از هسته خرما جهت جذب بسیاری از آلاینده ها مانند آفت کش ها (۱۰)، فنل (۱۱)، مس (۱۲) و کروم (۱۳) قبلاً بصورت موفقیت آمیزی استفاده شده است. اما اطلاعات اندکی (۱۴) برای حذف رنگ توسط کربن فعال بدست آمده از هسته خرما در دسترس است، هرچند که کربن فعال را بر اساس مشخصات و روش تهیه آن می شناسند.

بنابراین هدف این تحقیق ارزیابی پتانسیل جذب کربن فعال بدست آمده از هسته خرما در حذف رنگ می باشد. در این مطالعه پارامترهای بهره برداری مختلف و همچنین وضعیت تعادل، ایزوترم ها، سینتیک و اطلاعات ترمودینامیک فرایند جذب بمنظور درک درست مکانیزم های دخیل در فرایند جذب مورد بررسی قرار گرفت. قابلیت استفاده مجدد جاذب نیز در پایان مطالعه شد.

مواد و روش ها

۲- مواد و روش ها

۲-۱- مشخصات جذب شونده (رنگ متیلن بلو)

رنگ متیلن بلو با فرمول مولکولی $\text{C}_{16}\text{H}_{18}\text{N}_3\text{ClS}$ و وزن مولکولی $319/85 \text{ g/mol}$ محصول شرکت مرک بود. محلول رنگ متیلن بلو از رقت سازی محلول استوک 1 g/L در آب مقطر ساخته شد. همه مواد شیمیایی مورد استفاده با درجه آنالیتیکی و محصول شرکت مرک بود.

۲-۲- آماده سازی و مشخصات کربن فعال

کربن فعال از هسته خرما درخت های خرما نوع *Phoenix dactylifera* بدست آمد. هسته ی خرما از یک شیرینی فروشی محلی در شهر بوشهر تهیه گردید. ابتدا با چاقو و بصورت دستی فیبرهای موجود بر سطح هسته های خرما زدوده شد و سپس هسته های خرما شسته و در آون 70°C به مدت 48 h خشک و در نهایت آسیاب و الک (200 mesh) شد. بمنظور فعال سازی جاذب، هسته های الک شده در یک راکتور لوله ای از جنس فولاد و در کوره با حرارت 700°C تحت جریان گاز نیتروژن به مدت 2 ساعت قرار داده شد. میزان گرما دهی $^\circ\text{C/min}$ بود. ذغال بدست آمده در محلول NH_4Cl (با نسبت NH_4Cl به ذغال 3% وزنی) خیسانده شد. این مخلوط سپس در آون 105°C به مدت یک شبانه روز خشک و مجدداً در کوره با دمای 850°C با میزان گرمای 10°C/min تحت اتمسفر نیتروژن قرار داده شد. به محض اینکه دما به نقطه پایانی رسید جریان گاز به دی اکسید کربن تغییر داده و فعال سازی به مدت 2 ساعت انجام شد. کربن فعال سپس در دمای اتاق و تحت حضور گاز نیتروژن خنک شد. در مرحله بعد کربن فعال با آب مقطر شستشو داده شد تا کلریدهای اضافی موجود بر سطح آن زدوده شوند (۱۵).

pH نقطه بار الکتریکی صفر (pH_{ZPC}) جاذب نیز اندازه گیری شد. برای این منظور 150 ml محلول کلرید سدیم $0/01$ مولار در ارلن های 250 ml قرار داده شد. بعد از اینکه pH این محلول ها با استفاده از HCl یا NaOH در محدوده $2-12$ تنظیم گردید، مقدار $0/45$ گرم جاذب به محلولها افزوده شد. بعد از 24 ساعت تماس، pH پایانی اندازه گیری و منحنی آن در برابر pH اولیه ترسیم شد. نقطه ای از منحنی که نیمساز را قطع می کند بعنوان pH_{PZC} کربن فعال بدست آمده می شناسند.

۲-۳- آزمایشات جذب

همه آزمایشات جذب بصورت منقطع و در ارلن های ۲۵۰ ml و در یک شیکر انکوباتور (شرکت پارس آزما، ایران) انجام شد. تاثیر پارامترهای مختلف شامل pH اولیه محلول، غلظت اولیه رنگ، زمان تماس و دوز جاذب بر میزان جذب رنگ توسط کربن فعال بدست آمده از هسته خرما مورد آزمایش قرار گرفت. برای هر آزمایش ۱۵۰ ml محلول رنگ در ارلن ها ریخته شد و شرایط آزمایش به مقادیر طراحی شده تنظیم شد. سپس مقدار مشخصی جاذب به محلول ها افزوده و فوراً با دور ۱۲۰ rpm هم زده شد. بعد از سپری شدن زمان تماس، سوسپانسیون با استفاده از کاغذ صافی با قطر سوراخ های ۰/۲ μm فیلتر و محلول فیلتر شده برای اندازه گیری باقیمانده رنگ مورد آنالیز قرار گرفت. راندمان جذب رنگ و ظرفیت جذب تعادلی (q_e) از طریق معادلات ۱ و ۲ به ترتیب محاسبه شد. pH فاضلاب با استفاده از محلول ۰/۱ نرمال HCl/NaOH تنظیم شد. آزمایشات در دمای ۲۴ °C انجام گردید. همه آزمایشات سه بار تکرار و میانگین آن ها گزارش شده است. حداکثر انحراف معیار مشاهده شده ۴/۷٪ بود.

$$Removal(\%) = \frac{C_0 - C_t}{C_0} \times 100 \quad (1)$$

$$q_e = \frac{V(C_0 - C_e)}{m} \quad (2)$$

۲-۴- مطالعات ایزوترم، سینتیک و مکانیزم جذب

برای ارزیابی راندمان انتقال رنگ به جاذب، ایزوترم، سینتیک و مکانیزم جذب تحت شرایط مقدار جاذب ۱ g/L، غلظت رنگ ۴۰۰-۵۰ mg/L و زمان تماس ۶۵۰ دقیقه مورد مطالعه قرار گرفت. سرعت همزدن محلول ها ۱۲۰ rpm بود. در زمان های از پیش تعیین شده غلظت نهایی رنگ آنالیز شد. مقدار جذب با استفاده از معادله ۲ بدست آمد.

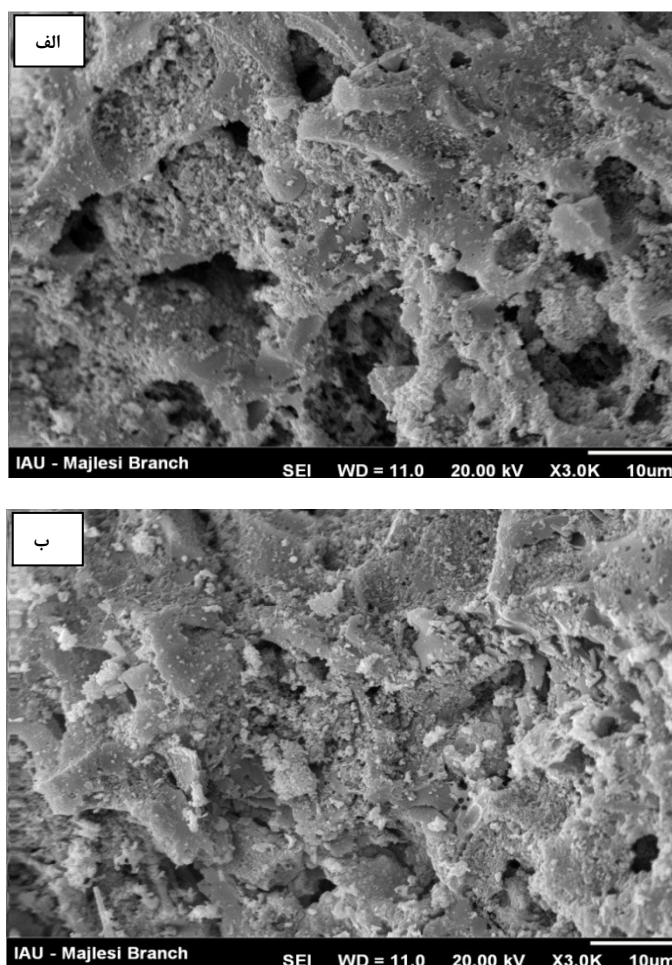
۲-۵- مشخصات جاذب و روش های آنالیز

در ابتدای آزمایشات، مشخصات جاذب مانند pH_{zpc} ، سطح ویژه، حجم و اندازه حفره ها، مورفولوژی سطح و گروه های عاملی موجود بر سطح جاذب مشخص شد. سطح ویژه (بر اساس روش BET) و حجم سوراخ ها با آنالیزور جذب گاز نیتروژن (Micromeritics/Gemini-2372) تعیین شد. میانگین قطر حفره ها، توسط روش BET و حجم کل حفره ها بر اساس معادله ارائه شد توسط آلتنور و همکاران (۱۶) محاسبه گردید. ساختار سطحی جاذب توسط اسکن میکروسکوپی الکترون (Philips XL-30) با بزرگنمایی یکسان آنالیز شد. از تکنیک FTIR در گستره $4000-450\text{ cm}^{-1}$ برای شناسایی گروه های عاملی موجود بر سطح جاذب استفاده گردید. غلظت رنگ متیلن بلو در محلول با استفاده از دستگاه اسپکتروفوتومتر (Varian Cary 50 UV/Vis) با حداکثر طول موج 640 nm تعیین گردید. حد شناسایی برای آنالیز رنگ متیلن بلو با دستگاه اسپکتروفوتومتر 0.06 mg/L بود. غلظت رنگ متیلن بلو با مقایسه جذب با منحنی کالیبراسیونی که قبلاً به دست آمده بود، تعیین شد.

یافته ها

۳- یافته ها

از اسکن میکروسکوپی الکترون (SEM) برای نمایش مورفولوژی کربن فعال اصلاح شده با NH_4Cl و بدون اصلاح با NH_4Cl استفاده شد که گراف آن در شکل های ۱ (الف و ب) نمایش داده شده است.



شکل ۱- تصاویر SEM جاذب کربن فعال (الف) اصلاح شده با NH_4Cl و (ب) بدون اصلاح با NH_4Cl

مشخصات فیزیکی کربن فعال اصلاح شده در جدول یک ارائه شده است. حجم حفره ها و سطح ویژه بالا می

تواند قابلیت این جاذب را در حذف آلاینده ها بالا ببرد.